

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Simulace a hodnocení vlivu zkreslení obrazu na kvalitu zážitku v systémech pro virtuální realitu</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Jakub Špaňár</b>
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Circuit Theory
<b>Oponent práce:</b>	doc. Ing. Ladislav Polák, Ph.D.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	VUT v Brně, FEKT, Ústav radioelektorniky

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadanie diplomovej práce je možné považovať za mierne náročnejšie.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Cieľom diplomovej práce bol vytvoriť software (SW) na skúmanie skreslenia obrazu a jeho dopad na kvalitu zážitku (QoE) v systémoch virtuálnej reality (VR). Študent po rozsiahlom úvode do problematiky popisuje detailný postup vytvorenia SW, ktorý je schopný simulovať vplyv skreslenia obrazu na QoE v prostredí VR. Po preštudovaní diplomovej práce pána Bc. Špaňára môžem konštatovať, že zadanie práce je splnené. O tom svedčí aj celkový rozsah práce, ktorý sa dá považovať za nadpriemerný, ale hlavne pomerne podrobné vypracovanie jednotlivých kapitol.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Diplomová práca je rozdelená až do 8 kapitol, doplnená zoznamom použitej literatúry a dvomi prílohami. Po krátkom úvode, ktorý sa spíš venuje k členeniu obsahu diplomovej práce do jednotlivých kapitol, študent podáva stručný prehľad o možnostiach hodnotenia kvality obrazu VR pomocou objektívneho a subjektívneho postupu. Tretia kapitola sa venuje predstaveniu samotnej VR technológie, predovšetkým z technického aspektu. Najdôležitejšie príčiny a ich pôvod, ktoré môžu spôsobiť poruchy v obraze, sú definované a stručne diskutované vo štvrtej kapitole. Nadväzujúca piata kapitola podáva prehľad o aktuálnom stave poznania, venujúci sa vplyvom týchto porúch na QoE používateľov VR headsetov. Kapitola číslo 6 podrobne popisuje softvér (SW) Unity, jeho funkcie a architektúry. Pozornosť je venovaná obmedzeniam systému ako aj k opisu metód použitých na simuláciu porúch obrazu. Kapitola 7 obsahuje podrobný opis experimentu, v ktorom sa vysvetľujú metódy použité pri navrhovaní a realizácii rôznych štúdií. V tejto kapitole je zároveň dostupná aj analýza výsledkov a krátka diskusia získaných výsledkov. V závere študent zhrnie výstupy diplomovej práce, ku ktorému pridáva aj vlastné poznámky o možnostiach v pokračovaní danej práci. Postup riešenia, ktorý študent zvolil v diplomovej práci, je správny. Má jasnú koncepciu a tá je úspešne realizovaná.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Odborná úroveň práce splňuje nároky kladené na diplomovú prácu. Jednotlivé kapitoly na seba nadväzujú logicky, sú vypracované celkom prehľadne, detailne a pomerne zrozumiteľne. Podľa môjho názoru však kapitola č. 2 by mala byť spíš uvedená po kapitole č. 4. Veľmi si cením, že študent podal pomerne podrobný popis o využívaní softvéru Unity a o postupe simulácie vplyvu skreslenia obrázkov na QoE v prostredí VR. Dosiiahnuté výsledky sú spracované a diskutované na dostatočnej úrovni. Je potrebné zdôrazniť, že cieľom práce nebol poskytnúť podrobnú analýzu vplyvu skreslenia obrazu na QoE užívateľa VR headsetu. Cieľom bol návrh a realizácia softvéru, umožňujúci simuláciu porúch v obraze v systéme VR. Práca s dostupnou literatúrou je na vynikajúcej úrovni.	

**Formální a jazyková úroveň, rozsah práce**

**B - velmi dobře**

*Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.*

Diplomová práce je napísaná pomocou typografického systému LaTeX a tým pádom, obecné, jej formálna a grafická stránka je na vynikajúcej úrovni. Text práce, ktorý je kompletne napísaný v Angličtine, obsahuje pomerne malý počet terminologických preklepov a neformálnych výrazov, ktoré nijako výrazne neovplyvňujú kvalitu odvedenej práce.

Tu predovšetkým je potrebné poznamenať, že mnohokrát v súvetiach chýbajú čiarky. Celá práca je napísaná zrozumiteľne a číta sa pomerne dobre. Rozsah diplomovej práce je mierne nadštandardný (čistopis má 88 strán).

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**A - výborně**

*Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.*

Podľa môjho názoru, pán Bc. Španář pracuje s doporučenou a dostupnou literatúrou výborne. Literatúra, z ktorej čerpá, obsahuje 55 referencií na klasickú odbornú literatúru, prípadne na webové stránky. Aj z vypracovania prehľadu súčasného stavu je vidieť, že študent v danej oblasti sa zorientuje pomerne dobre. Zoznam literatúry je v abecednom poradí a preto odkazy v texte nie sú citované v poradí. Diplomová práca obsahuje niekoľko obrázkov prevzatých z iných zdrojov, avšak u každého z nich je uvedený zdroj pôvodu.

**Další komentáře a hodnocení**

*Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.*

Vytýčené ciele práce podľa môjho názoru boli splnené. Študent vybral vhodnú softvérovou aplikáciu pre realizáciu a vykonávanie simulácií vybraných obrazových porúch a nástroje na automatizáciu subjektívnych experimentov vrátane ich vyhodnotenia. Jednoduchým experimentom, v ktorom sa zúčastnilo 25 subjektov, overil funkčnosť implementovaných nástrojov. Získané výsledky vyhodnotil v kratšej avšak v kritickej forme. Veľmi si cením, že pre reprodukovateľnosť štúdia sa študent snažil poskytnúť všetky zdrojové podklady širokej verejnosti. Výstupy práce sú zaujímavé a môžu dokonca slúžiť ako podklad pre ďalší výskum v danej oblasti.

**III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE**

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uvedte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.*

Zdanie diplomovej práce bolo splnené. Podľa môjho odborného názoru, pán Bc. Španář preukázal inžinierske myslenie pre riešenie komplexnejších problémov. Diplomová práca je vypracovaná na veľmi dobrej úrovni.

K jej obsahovej a formálnej stránke by som však mal zopár drobných pripomienok:

- Prezentačné ciele diplomovej práce v úvodnej kapitole by mohlo byť na lepšej úrovni.
- Výraz „MOS“ sa prvýkrát spomína na str. 4, ale jeho význam je definovaný až neskoršie.
- Obr. 3.3 a 5.1 nemá dostatočnú vizuálnu kvalitu – text v obraze má veľmi malé písmená
- Slovo „data“ v Angličtine má len množné číslo.
- Na str. 49 postrácam definovanie skratiek (uviedenie celého názvu) komprimačných štandardov HEIC, AVIV, JPEG a JPEG XL. Mimochodom, správne by to malo byť JPEG a JPEG XL a nie JPG a JXL.
- Preklepy v texte (príklad): malo by to byť „MATLAB“; „another participants“.
- V texte práce postrácam odkaz na Obr. 7.2.
- V Obr. 7.10 nie je uvedená legenda.
- Väčšina tabuliek v diplomovej práci by mohla byť vytvorená a renderovaná v prostredí LaTeXu.
- Výraz „speculation“ nie je ten najodbornejší.

Vzhľadom ku všetkým predchádzajúcim hodnoteniam predloženu diplomovú prácu odporúčam na obhajobu.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Otázky:

- 1) Kapitola 7 – podkapitola Speed Analysis – mohli by ste prosím lepšie priblížiť (napr. formou jednoduchých vzorcov či ilustračného obrázku) výpočet rýchlosti pohybu očí a hlavy užívateľa VR headsetu?
- 2) Kapitola 7 – podkapitola Subjective Score – mohli by ste sa trochu podrobnejšie vyjadriť k výsledkom, prezentovaných v Obr. 7.13 (dve histogramy a rôzne farby)?
- 3) Kapitola 7 – podkapitola Statistical Analysis – v Obr. 7.14 je vidieť, že v prípade šumovej hustoty v intervale 10% až 20% nedochádza k nejakej výraznej zmene v priemerných hodnotách QoE. Podľa Vás čím to je?
- 4) Kapitola 7 – z prezentovaných výsledkov nie vždy je jednoznačné, že koľko testovacích obrázkov a v akej forme bolo použitých. Mohli by ste sa trochu podrobnejšie vyjadriť k parametrom použitých obrázkov z databáze OMNIQAD? Ktoré (v akej forme – komprimované) obrázky a v akých častiach testoch boli použité?

Datum: 16.1.2024

Podpis: